

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra dopravního stavitelství

Vliv technologie pokládky výhybek na jejich geometrické parametry během
provozování

Influence of Technology Installation of Railway Switches on the Geometrical
Parameters during of their Operation

Student:

Lucie Černá

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Leopold Hudeček, Ph.D.

Ostrava 2016

Zadání bakalářské práce

Student:

Lucie Černá

Studijní program:

B3607 Stavební inženýrství

Studijní obor:

3647R020 Dopravní stavby

Téma:

Vliv technologie pokládky výhybek na jejich geometrické parametry
během provozování
Influence of Technology Installation of Railway Switches on the
Geometrical Parameters during of their Operation

Jazyk vypracování:

čeština

Zásady pro vypracování:

Úkolem studenta je zpracovat vybranou problematiku z oblasti železničního svršku, konkrétně se jedná o posouzení vlivu technologického postupu pokládky výhybek na geometrické parametry výhybky po dobu jejího užívání, na životnost výhybek a bezpečnost jízdy. Bakalářská práce bude obsahovat zejména teoretickou část (rešerše k dané problematice vč. platné legislativy), popis stávajícího stavu, analýzy, případné návrhy opatření, závěr a doporučení.

Seznam doporučené odborné literatury:

Plášek, Zvěřina, Svoboda, Mockovčiak : Železniční stavby-železniční spodek a svršek CERM, Brno, 2004
C.Esvelt : Modern Railway Track, MRT Productions 2001

Zákon č. 266/1994 (O drahách), vyhl. č. 177/1995 vč.změn a doplňků,

Standardy:

ČSN 73 6360-1 Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha - projektování,

ČSN 73 6360-2 Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha -

Část 2: Stavba a přejímka, provoz a údržba

EN 13848 Kvalita geometrie koleje

TKP STAVEB STÁTNÍCH DRAH, kapitola 8 - KONSTRUKCE KOLEJE A VÝHYBEK SŽDC 2013

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

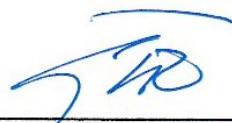
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Leopold Hudeček, Ph.D.**

Datum zadání: 30.10.2015

Datum odevzdání: 02.05.2016



Ing. Ivan Fencl, Ph.D.
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Čajka, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě
2.5. 2016

.....
Lucie Čul

podpis studenta

Prohlašuji:

- byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠBTUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě
2.5. 2016

.....
Lucie Čul

podpis studenta

Anotace bakalářské práce

Zpracování vybrané problematiky železničního svršku, konkrétně se jedná o posouzení vlivu technologie pokládky výhybek na geometrické parametry výhybky po dobu jejího užívání, životnosti, bezpečnosti a komfortu jízdy po výhybce. Tato práce obsahuje řešení problematiky, analýzu, technologické postupy a návrhy opatření.

Klíčová slova: výhybka, pokládka, geometrické parametry

The Bachelor Thesis Annotation

Processing a selected issue areas of superstructure, namely the assessment of the impact of technology installation of switches on the turnout geometry parameters for its use, durability, safety and comfort after the switch. This work includes research topic, analysis, technology and policy proposals.

Keywords: switch, installation, geometric parameters

Obsah

Obsah	5
Seznam použitého značení	6
1. Úvod	7
2. Rešerše legislativní dokumentace	8
3. Popis výhybek	9
4. Sortiment výhybek	14
5. Výrobní tolerance výhybek	17
6. Skladování montovaných výhybek	19
7. Doprava výhybek	21
8. Technologie pokládky výhybek	25
8.1 Pokládka	25
8.2 Montáž	25
8.3 Podbíjení	27
8.4 Stroje pro pokládku výhybek	28
9. Technologie montáže výhybek	31
9.1 Předmontáž	31
9.2 Spojkování	31
9.3 Svařování	32
10. Měření geometrických parametrů výhybek na stavbě	34
11. Analýza vad a příčin	39
12. Environmentální vliv	41
13. Příklad pokládky – Poříčany	42
14. Technicko-bezpečnostní zkouška	45
15. Opatření ke zlepšení pokládky výhybek	46
16. Závěr	50
Seznam použité literatury	52
Seznam obrázků	54
Seznam příloh	56

Seznam použitého značení

AL	Mez sledování
ČD	České dráhy
ČSN	Česká technická norma
DT	DT – Výhybkárna a strojírna, a.s.
GPK	Geometrické parametry koleje
IL	Mez zásahu
IAL	Mez bezodkladného zásahu
OTH	Oblast traťového hospodářství
OTP	Obecné technické požadavky
PHS	Výhybka s pohyblivým hrotem srdcovky
PK	Převýšení koleje
RK	Rozchod koleje
RP	Rychlostní pásmo
SK	Směr koleje
SŽDC	Správa železniční dopravní cesty
TBZ	Technicko – bezpečnostní zkouška
TKP	Technické kvalitativní podmínky
TP	Technologický postup
TPD	Technické podmínky dodací
ÚNMZ	Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví
VK	Podélná výška koleje
ZK	Zborcení koleje
ŽSR	Železnice Slovenskej republiky
ŽST	Železniční stanice

1. Úvod

Tato bakalářská práce se bude zabývat technologií pokládky a chybami, které mohou vzniknout při skladování, přepravě a pokládce, a které mají velmi výrazný vliv na geometrické parametry koleje.

Představení společnosti DT - Výhybkárna a strojírna, a.s.

Společnost založená na počátku minulého století s bohatou tradicí, zabývající se vývojem, výrobou, montáží regenerací a záručním servisem železničních, tramvajových, důlních výhybek a atypických konstrukcí, včetně náhradních dílů.

Společnost poskytuje kompletní příslušenství výhybek, vlastní systém sledování, je také servisním partnerem pro projektování a uvedení do provozu. Mezi tradiční a zároveň nejvýznamnější zákazníky patří Správa železniční dopravní cesty, s. o. (SŽDC) a Železnice Slovenskej republiky (ŽSR). Stále více se rozšiřují dodávky pro zahraniční teritoria a to nejen v Evropě, ale i Severní a Jižní Americe, Asii a Austrálii.

Velká pozornost se věnuje vývoji výhybek, hlavně vývoji nových materiálů a technologií, které zvyšují kvalitu a prodlužují životnost výrobků.

Při obrábění dílů výhybek a ostatních, na geometrii náročných, konstrukcí využívají moderních CNC obráběcích center.



Obrázek 1: Vysokorychlostní výchlebka v DT [9]

2. Rešerše legislativní dokumentace

ČSN 73 6360 – 2 Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha – Část 2: Stavba a přejímka, provoz a údržba

Norma stanovuje požadavky na stavebně technické parametry konstrukčního a geometrického uspořádání koleje, kolejových spojení a rozvětvení a její prostorovou polohu pro stavbu a přejímku, provoz a údržbu koleje normálního rozchodu 1 435 mm, kromě drah speciálních, do rychlosti 300 km/h.

Předpis SŽDC (ČD) S3/1 Předpis pro práce na železničním svršku

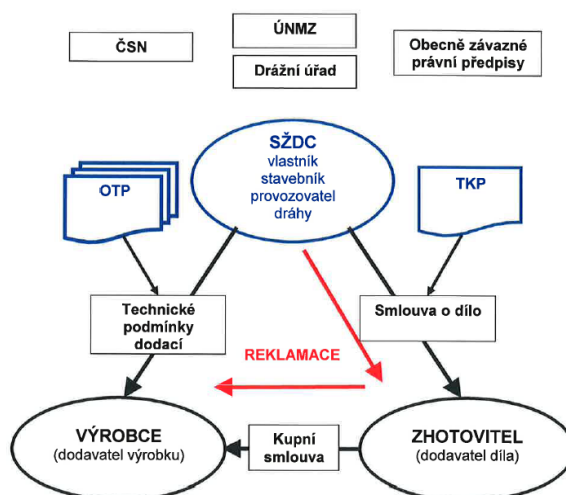
Předpis a přílohy upravují technické otázky konstrukce železničního svršku a ustanovení týkající se technologie.

Technické podmínky dodací TPD 60/02, 4. vydání

Platí pro výrobu, zkoušení a ověřování jakosti, přejímání, dodávání, manipulaci, montáž, provozování a údržbu výhybek, výhybkových sestav a výhybkových konstrukcí.

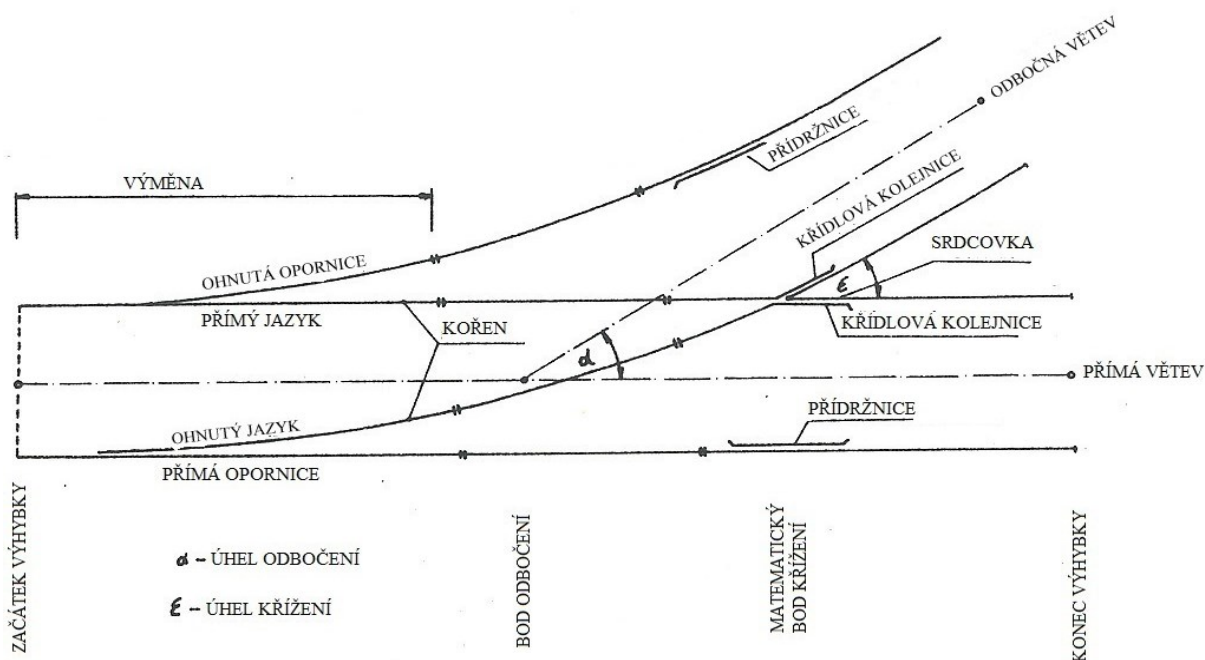
Směrnice SŽDC č. 67 Systém péče o kvalitu v oblasti traťového hospodářství, Část třetí – systém péče o kvalitu technologických procesů v oblasti traťového hospodářství

Směrnice upravuje vztahy v oblasti traťového hospodářství, jako jsou pravomoci, odpovědnosti, péče o kvalitu výrobků, kvalitu technologických procesů a postupů, způsobilosti osob ve zkušebnictví a provádění prací.



Obrázek 2: Schéma vztahů zúčastněných stran, Směrnice SŽDC č.67

3. Popis výhybek



Obrázek 3: Popis částí jednoduché výhybky [10]

Opornice

Kolejnice obvyklého průřezu, ale jiných délek a odlišného děrování. V místě přiléhání jazyka je část hlavy opornice opracována ve sklonu 3:1, aby se jazyk nemusel opracovat do příliš ostrého hrotu. V neutrální ose je děrována pro připevnění jazykových a opornicových opěrek. Současně se používají pro upevnění opornice vnější pružné svěrky a pružné spony, vsunuté do kluzné stoličky, u takhle upnutých opornic se opornicové opěrky nepoužívají.

Jazyky

Opracování jazyků má zajistit plynulý přechod kola z opornice na jazyk. Pokud je přechod na jazyk v místě, kde je úzký, dochází k nadměrnému opotřebení profilu jazyka. Pokud je opracování jazyka daleko, dochází k poklesu kola a takové kolo přejde na stoupající jazyk a vyvodí na konstrukci ráz. Začátek opracování jazyka je ze šířky 63 mm do šířky 55 mm.

Jazyky jsou jedny z nejvíce namáhaných součástí výhybky, pro výrobu se používá kvalitnější ocel. Jazyk se pohybuje v příčném směru po kluzných stoličkách, v jeho kořeni, je upevněn dvěma způsoby a to čepově nebo pérově.

Čepové upevnění se v současnosti nevyskytuje, ale bylo běžné pro výhybky tramvajových drah.

V současnosti se používají pérové jazyky, kde se jazyk v oblasti pružně ohýbá. Pérové svařované jazyky jsou složeny ze dvou částí, jazykové kolejnice na konci překované na normální příčný průřez kolejnice, se kterou je následně svařen.

Jazyk se neupevňuje jako kolejnice pomocí svěrek, ale leží na kluzných stoličkách, což jsou ocelové desky s opracovanými kluznými plochami a opatřenými mazivem. V současnosti se minerální oleje nahrazují ekologickými mazivy, biologicky rozložitelnými. Současné konstrukce kluzných stoliček umožňují montáže topných tyčí pro zpravidla elektrický ohřev.

Uspořádání jazyků se rozeznává sečné a tečné uspořádání, pojížděná hrana přímé opornice je tečnou k pojížděné hraně ohnutého jazyka. Další možností je parabolické uspořádání, kde má geometrie pojížděné hrany proměnnou křivost a přímkové uspořádání. Sečné uspořádání jazyků je obvyklé pro starší výhybky. U současných výhybek se využívá tečné uspořádání jazyka. Z konstrukčních důvodů se jazyk ukončuje ve vzdálenosti 800 mm od teoretického bodu dotyku, jinak by se musel vyrábět velmi ostrý a tenký jazyk, který by se ale lámal. Jazyk se ukončuje přímkovým zkosením na délku 150 mm a v tomto místě vzniká náběžný úhel a malé rozšíření rozchodu. Parabolické uspořádání jazyka se volí u výhybek pro vysoké rychlosti jízdy odbočkou. Přímkové uspořádání jazyků se v současné době nepoužívá, ale v minulosti bylo používáno pro výhybky průmyslových, důlních a lesních drah. [2]

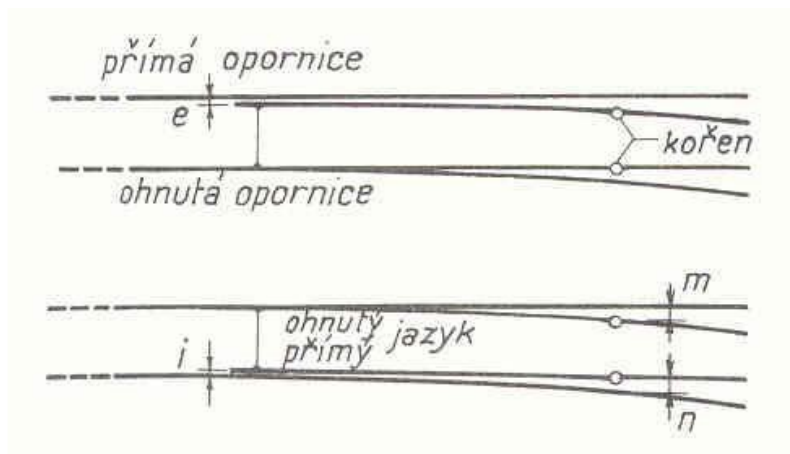
Zajištění co nejmenších přestavných odporů jazyků se docílí tak, aby jazyky:

- byly vyrovnány ve směru svislé a vodorovné osy, dovolené zkroucení jazyků kolem podélné osy je 0,5 mm na běžný metr, v celé délce jazyka je to maximálně 2 mm;
- byly tak, aby základní poloha byla přilehlá k opornici, aby doléhaly k opornicím v celé délce opracování s maximální vůlí do 1 mm a to i po uvolnění;
- nebyly na úložné ploše paty kolejnice zdrsňelé a zrezivělé, jazyky doléhaly k opornici a na jazykové opěrky současně, kdy může být maximální vůle mezi stojinou jazyka a jazykovou opěrkou 0,5 mm, měřeno při základní poloze jazyka, bez napětí, před montáží závěru, při dodržení rozchodu koleje a křivosti kolejnicových pásů. [4]

Výměnová část

Skládá se z opornic, jazyků, spojovacích tyčí, kluzných stoliček, výměnových závěrů, jazykových opěrek a drobného kolejiva. U starších konstrukcí výhybek jde najít podvlak jazyka a kořenové stoličky.

Výhybka obsahuje opornici přímou a ohnutou, a také jazyk přímý a ohnutý. Při jízdě vozidla v přímém směru přiléhá přímý jazyk k ohnuté opornici. Ohnutý jazyk odléhá od přímé opornice a tvoří kolejový žlábek.



Obrázek 4: Jazyky a opornice ve výměně [2]

Srdcovky

Křížení pojezdných hran kolejnic. Podle toho jestli se kříží pojezdné hrany pod ostrým úhlem, jde o srdcovku jednoduchou, nebo kříží-li se pod tupým úhlem, jde o srdcovku dvojitou.

Dráha dvojkolí je zajištěna vedením druhého kola pomocí přídržnice. Ty jsou umístěny u protilehlých kolejnic, jsou to válcované profily, upevněné závisle nebo nezávisle na pojezdné kolejnici. Současná úprava je nezávisle upevněná přídržnice.

Rozdělení podle funkce:

- jednoduchá srdcovka – složená z jednoho srdcovkového klínu a dvou křídlových kolejnic. Je to nejběžnější typ srdcovek. Kolo je v místě přerušení pojezdné hrany bez vedení;
- dvojité srdcovky – složené ze dvou srdcovkových klínů, kolenové kolejnice a přídržnice. Používá se u křižovatkových výhybek, kolejových křižovatek a ve střezech dvojitých kolejových spojek;

- trojitá srdcovka – složená ze tří klínů a tří křídlových kolejnic. Vyskytuje se velmi zřídka.

Rozdělení podle konstrukčního uspořádání:

- montovaná z válcovaných profilů;
- montovaná s litými klíny;
- montovaná s litým středem;
- celolitá;
- s pohyblivými částmi.

Srdcovky s pohyblivými částmi

Její největší funkcí je nepřerušená jízdní dráha pro kolo vozidla. To snižuje dynamické účinky nerovnosti na vozidlo a výhybku. Tyto výhybky nevyžadují použití přídržnic. Z důvodů složitější konstrukce, náročnosti na údržbu a ceny jsou vhodná zejména pro tratě s vysokým provozním zatížením nebo pro vysoké rychlosti na trati.

Srdcovky s pohyblivými díly se využívají pro vyšší nápravové hmotnosti a pro vyšší rychlosti. Využívají se tři typy takových srdcovek:

- srdcovka s pohyblivým hrotem - litý hrot tvoří s připojenými kolejnicemi blok. Srdcovky s vyšším úhlem křížení mají v odbočné větvi dilatační zařízení ke kompenzaci délkové změny kolejnice po přestavení;
- srdcovka s pohyblivým hrotem - kolejnice hlavní i odbočné větve jsou hoblovány do hrotu. Délková kompenzace je zajištěna posunem obou kolejnic vůči sobě, konstrukční úprava nevyžaduje dilatační zařízení;
- srdcovky s pohyblivými křídlovými kolejnicemi - vhodný typ pro výhybky s vyššími úhly odbočení a pro krátké výhybky v stísněných poměrech.

Z konstrukčního hlediska se dělí:

- srdcovky nahrazené otočnou kolejnicí;
- srdcovky s pohyblivými křídlovými kolejnicemi;
- srdcovky s pohyblivými hroty nebo klínem;
- srdcovky s pohyblivými vložkami.

Výhybkové pražce

Pražce z tvrdého dřeva, oceli a především z předpjatého betonu. Délka je stupňována po 10 cm, osová vzdálenost pražců je 550-600 mm. Pražce se v současné době uspořádávají vějířovitě, pro levou i pravou stranu výhybky se používá stejná sada pražců.

Ocelové pražce nesmí být používány v kolejích se zabezpečovacím zařízením s kolejovými obvody, protože nezaručují izolované oddělení kolejových pásů. Také se nesmí používat v koleji se stejnosměrnou proudovou trakční soustavou, kde dochází ke zvýšené korozi oceli v souvislosti s bludnými proudy.

Výměnové závěry

Zajišťují dokonalé přitlačení jazyků k opornicím nebo správné vzdálení jazyka od opornice.

Používají se závěry:

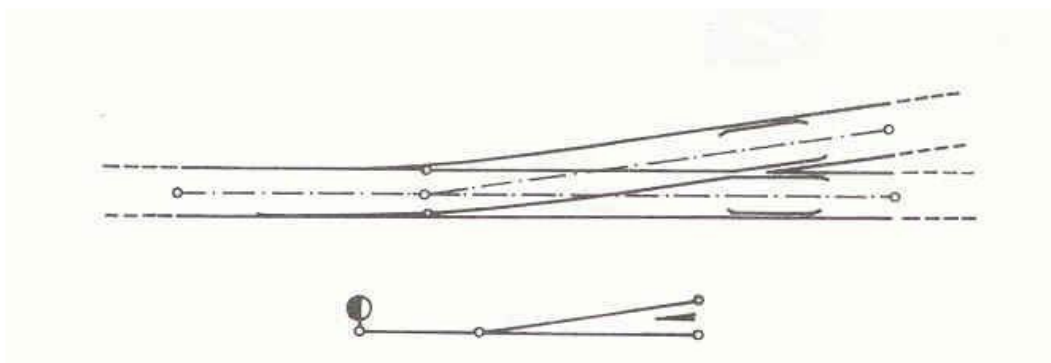
- hákové – hák je v horizontální rovině, je velmi citlivý na podélný posun jazyka proti opornici;
- rybinové;
- čelistové – čelist je ve vertikální rovině kolmo k opornici, ve výsledných polohách je zajištěn pohyblivým pravítkem;
- hydraulické – vícezávěrové systémy – u vysokorychlostních výhybek se začínají prosazovat pro jejich optimální synchronizaci .

V současnosti se používají závěry čelistové. Umisťují se do žlabového ocelového pražce, který lze stejně podbíjet s ostatními pražci a je zajištěna kvalita podbíjení. Dále se výhybky opatřují výměníkem, který pomocí závaží spolupůsobí při přestavování a zajišťuje přitlačení jazyka k opornici. [2]

4. Sortiment výhybek

Jednoduchá výhybka

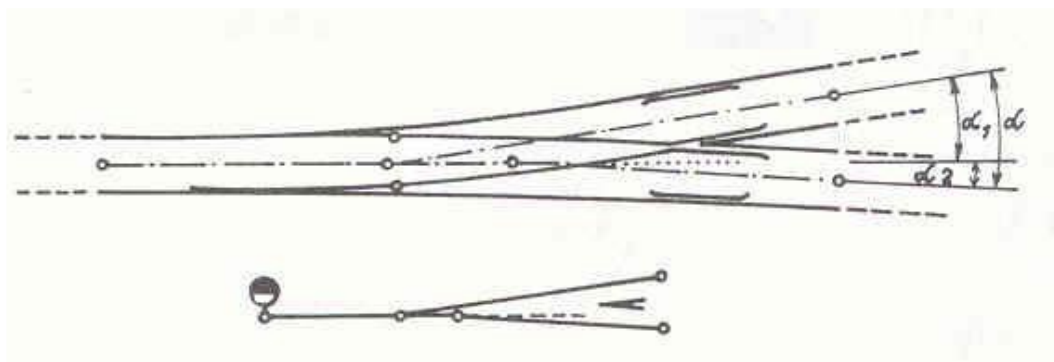
Výhybka s jednou větví přímou a druhou v oblouku (zcela nebo zčásti). Skládá se ze tří částí – výměna, střední část a srdcovková část. Hlavní části výměny tvoří dva jazyky (výjimečně se vyskytují jednojazykové výhybky), opornice, přestavník (výměník), přestavná táhla, výměnový závěr a výměnové návěstidlo. Jazyk je jedinou pohyblivou konstrukcí jízdní dráhy kola. Obvykle bývají spojené táhlem a jsou drženy na stoličkových podkladnicích. Jeden jazyk vždy doléhá k opornici. Srdcovková část se skládá ze srdcovky, přídržnice a vnější kolejnice. Srdcovka tvoří místo, kde kolo přejíždí prohlubeň pro okolek vozidla. Aby nedošlo k nárazu nebo vyjetí na hrot srdcovky, je druhé kolo vedeno přídržnicí. V místech, kde je účelné z důvodu kvality chodu, se zřizují srdcovky s pohyblivými hroty, v tomto případě přídržnice odpadají.



Obrázek 5: Schéma jednoduché výhybky [2]

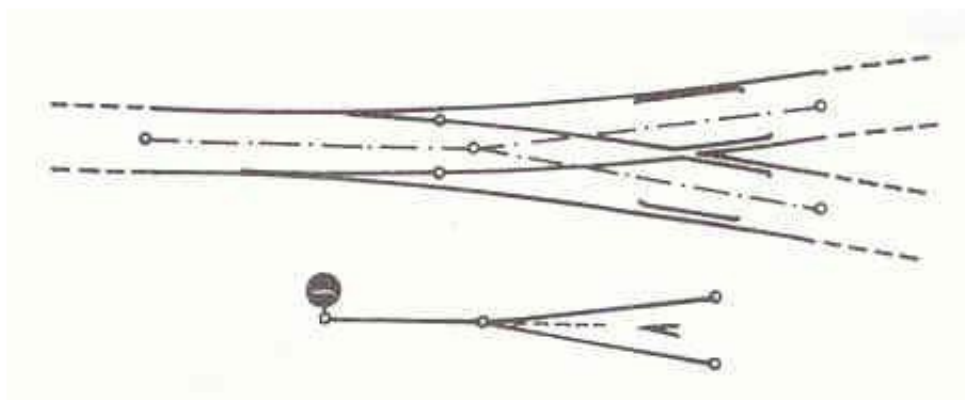
Oboustranná výhybka

Výhybky obloukové jednostranné i oboustranné vznikají transformací jednoduchých výhybek v základním tvaru s tečným uspořádáním jazyků. Obě větve jsou tvořeny kružnicovým obloukem, obloukem složeným ze dvou kružnicových oblouků nebo přímou před koncovým stykem a kružnicovým obloukem.



Obrázek 6: Oboustranná nesymetrická výhybka [2]

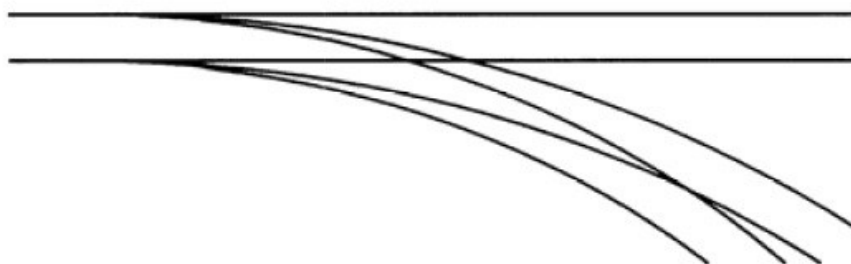
Symetrická výhybka



Obrázek 7: Symetrická výhybka [2]

Dvojitá výhybka

Dvojitá výhybka má k přímé větvi dvě odbočné větve, buď jednostranné nebo oboustranné.



Obrázek 8: Jednostranná dvojitá výhybka [2]

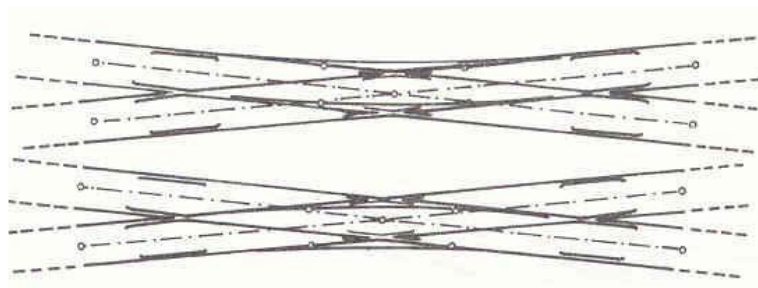
Křižovatková výhybka

Poloviční křižovatková výhybka

Dle popisu úhlu odbočení nebo křížení:

- poměrová, kde je velikost úhlu udána tangentou úhlu (poměrem);
- stupňová, kde je velikost úhlu udána ve stupních.

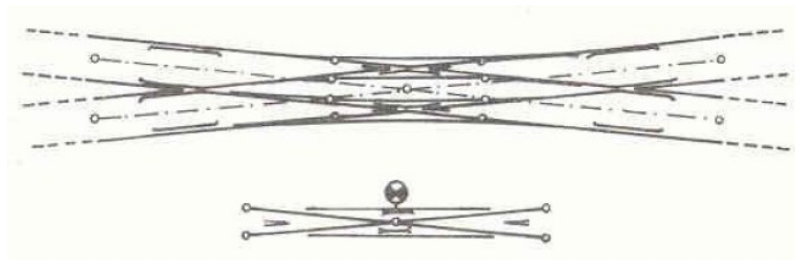
Nově se nezřizují.



Obrázek 9: Poloviční křižovatková výhybka, [2]

Celá křižovatková výhybka

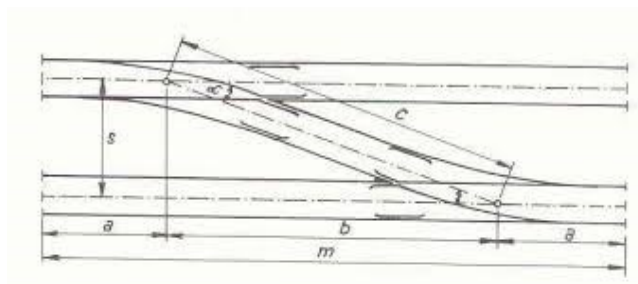
Křižovatkové výhybky s vnějšími jazyky jsou v České republice atypické konstrukce.



Obrázek 10: Celá křižovatková výhybka s vnitřními jazyky [2]

Kolejová spojka

Jednoduchá kolejová spojka nebo dvojitá kolejová spojka. [2]



Obrázek 11: Jednoduchá kolejová spojka [2]

Stav výhybkových konstrukcí v roce 2015 na tratích SŽDC je kvantitativně shrnut v příloze 1.

5. Výrobní tolerance výhybek

Hodnoty pro tolerance délek jazyků, opornic, pojížděných kolejnic, hrotových kolejnic, křídlových kolejnic a přídržnic jsou stanoveny do $15 \text{ mm} \pm 3 \text{ mm}$ přes 15 m, na každých dalších 5 m více o 1 mm. Měřeno v ose kolejnice.

Tolerance stavebních délek výhybek je stanovena součtem tolerancí dílů, maximálně však $\pm 20 \text{ mm}$. Měřeno v ose kolejnice v přímé a odbočné větvi.

Povolené odchylky rozchodu koleje jsou v celé délce smontované výhybky v přímém i odbočném směru $\pm 2 \text{ mm}$, na srdcovce $+ 2 \text{ mm}$, $- 1 \text{ mm}$. Ve výměnové části v oblasti od začátku jazyka do šířky hrotu jazyka, cca 30 mm, dochází v důsledku tvarování jazyka k rozšíření rozchodu koleje, jehož hodnoty závisí na návrhové rychlosti. Jazyk dosedá v celé volné délce na kluzné stoličky s vůlí maximálně 1 mm.

Délka opracování dosedací plochy opornic pro jazyky nesmí zasahovat méně než 400 mm k začátku opornic, na konci opracování nesmí přesáhnout stanovenou délku o víc než 800 mm.

Jazyky se kontrolují kalibrovanými šablonami v řezech podle výkresové dokumentace, přičemž tolerance výšky jazyků je $\pm 1 \text{ mm}$, tolerance šířky hlavy jazyků je $\pm 0,5 \text{ mm}$. Platí pro opracované části jazyka.

Při montáži výměny ve výrobním závodě musí být zaručeno, že i při nesouhře dovolených odchylek jednotlivých částí nebude:

- temeno jazyka přesahovat temeno opornice v opracované části jazyka do šířky 35 mm;
- rozdíl výšek temen jazyka a opornice v charakteristickém řezu, šířka jazyka v pojížděné hraně je 30 mm, daného výkresovou dokumentací přesahovat rozdíl o $\pm 1 \text{ mm}$.

Tolerance v umístění začátku a konce pérových míst je na délku $\pm 50 \text{ mm}$, v pérovém místě je tolerance šířky paty jazyka $+ 3 \text{ mm}$, $- 2 \text{ mm}$.

Tolerance vzdálenosti pojížděných hran na začátku a konci srdcovky je $\pm 2 \text{ mm}$. Celková délka srdcovky má dovolenou odchylku $\pm 3 \text{ mm}$. Vzájemný rozdíl konců větví se může rovnat maximální délkové toleranci srdcovky. Rovinnost pat srdcovek montovaných, odlévaných, s kovaným klínem a překovanými nadvýšenými křídlovými kolejnicemi je maximálně 2 mm. Rovinnost pat je měřena kolmo na podélnou osu srdcovky na obě strany,

měří se v kterémkoliv místě podkladnic ocelovým pravítkem odpovídající délky přiloženým na patu kolejnice. Odchylka se doměří měřícím klínkem s možností čtení 0,1 mm. Dovolená odchylka šířky paty srdcovek je maximálně ± 2 mm, měřené v místě upevnění na podkladnici. Tolerance šířky opracovaného srdcovkového klínu je $\pm 0,5$ mm, tolerance výšky je podle tolerance příslušné kolejnice. [4]

6. Skladování montovaných výhybek

Díly se skladují na vyrovnané zpevněné ploše, nejlépe betonové. Zpevnění a tvar plochy musí zaručit takové uložení výhybek a výhybkových částí, že pražce nebudou zatíženy od ocelové části výhybek záporným ohybovým momentem a to po celou dobu uskladnění. Pokud nelze zajistit dostatečnou rovinnost plochy, může se pod spodní vrstvu výhybkové části použít vyrovnané lešení z kolejnic. Části s namontovanými betonovými pražci mohou být uloženy maximálně ve třech vrstvách. Výměny se mohou uložit na střední části výhybky, avšak uložení střední části na výměnu je nepřípustné.

Ocelové části výhybek bez dřevěných nebo betonových pražců je nutné podložit proklady ve vzdálenosti cca 4 m. Díly mohou být uloženy maximálně ve třech vrstvách na sobě, přesah pražců maximálně 1/3 délky pražce. Nesmí docházet k průhybům výhybek, zejména výměnová část je na průhyb citlivá.

Při delším skladování je vhodné výhybkové části zastřešit, aby bylo zamezeno styku s deštěm.[3] [4]

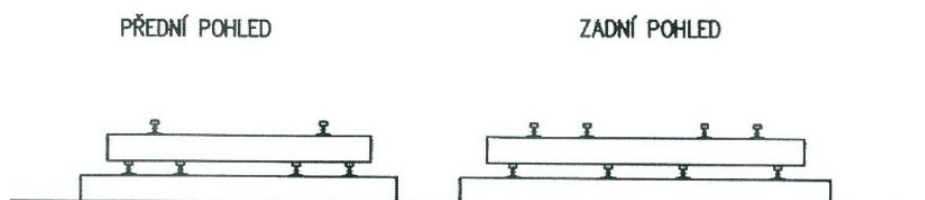


Obrázek 12: Správné skladování výhybek DT v Brazílii, dle pořízené fotodokumentace obchodního a projektového manažera DT



Obrázek 13: Špatné skladování výhybek DT v Brazílii, dle pořízené fotodokumentace obchodního a projektového manažera DT

SCHEMA ULOŽENÍ VÝMĚNY NA STŘEDNÍ ČÁSTI VÝHYBKY



Obrázek 14: Schéma uložení výměny na střední části výhybky [4]

7. Doprava výhybek

Při přepravě z výroby na stavbu může dojít ke ztrátě dílů či jejich jinému poškození. Při přepravě do zahraničí se střední a srdcovková část převáží v kontejnerech. Převáží se bez pražců, z hlediska ušetření hmotnosti. Při přepravě po moři je důležitý protikorozní nátěr a fumigování beden na drobné kolejivo.

Ve výrobním závodě se před odesláním zásilky výhybek zajišťují i dřevěné proklady (např. pro výhybkové pražce).



Obrázek 15: Dřevěný proklad pražců v areálu DT

Výhybky mohou být dodány:

- zcela smontované na pražcích (betonových nebo dřevěných);
- částečně smontované – výměna a střední část, část srdcovková s předmontovanými pražci (betonovými nebo dřevěnými);
- předmontované – sada předmontovaných pražců (betonových nebo dřevěných) a ocelové součásti výhybky;
- nepředmontované – výhybkové pražce (dřevěné, výjimečně betonové) a ocelové součásti výhybky, betonové pražce jen se souhlasem SŽDC;
- pouze ocelové součásti výhybky, bez pražců.

Kluzné stoličky jsou opatřeny mazacím prostředkem odsouhlaseným SŽDC a opracované plochy jazyků, opornic, hrotů srdcovek a přídržnic jsou po ověření jakosti nastřeny vodou ředitelnou barvou.

Způsob dodávání převzatých součástí nepřemontovaných výhybek

1) Jako nebalené:

- kolejnice, jazyky opornice, srdcovky, přídržnice, stojany výměníků, dilatační zařízení, zarážedla, přechodové kolejnic a zarážkové kolejové brzdy se posílají volně ložené;
- ocelové pražce jsou drátem svázány do souprav, zvláště pro výměnu, srdcovku a střední část;
- betonové a dřevěné pražce jsou dodávány vždy v kompletních soupravách, případně jsou dodávány včetně přemontovaných podkladnic;
- spojovací tyče, táhla a podobné součásti se upevňují k opornici nebo jazyku drátem;
- podkladnice k přídržnici jsou dodávány v soupravách a svazkovány drátem, nebo jsou smontované jako přídržnicová část.

2) Jako balené:

- ostatní drobné součásti, jako jsou spojovací materiály, svěrky, součásti pružného upevnění, spojky, podkladnice, kluzné stoličky, součásti závěrů (pokud nejsou součástí opornic a jazyků), polyethylenové podložky. Dodávají se v nevratných, uzavřených dřevěných paletách a bednách označených barevně tvarem výhybky.

Čelistové výměnové závěry jsou bez táhel dodávány v samostatné bedně označené barevně tvarem výhybky. Válečkové stoličky dotlačovací a nadzvedávací jsou dodávány společně s drobným kolejivem v bedně.

Kolejové konstrukce a součásti jsou naloženy podle “Železničního přepravního řádu”.

Pro přepravu dílů výhybek se používají železniční plošinové vozy. Na nich se také přepravují smontované střední části, jejichž šířka překračuje ložnou plochu vozu. Pokud délka výměny nebo střední části přesahuje délku ložné plochy vozu, jsou tyto části uloženy na rošt z nosníků, jehož konce přesahují vůz na každou stranu, rošt se připojuje k podlaze vozu a část výhybky k roštu.

Výjimečně se mohou přepravovat výměny 1:18,5 – 1200 a střední části 1:14 – 760 položené na ploše vozu s 5 pražci demontovanými z každé strany. V případech s roštem i bez roštu musí mít takhle naložený vůz z obou stran ochranné vozy, na které lze uložit další výhybkové díly. Rošty z nosníků jsou vratné. Smontované části křížovatkové výměny jsou uloženy na sobě, horní část je z důvodu profilu otočena o 180°.

Pokud u zákazníka není možnost otočit část výměny, je nutné každou část naložit na samostatný vůz. Nebo je nutné zjistit trasu přepravy a přímo ve výrobním závodě orientaci výměny uzpůsobit tak, aby přijela na stavbu ve správném směru.

U výhybek bez předmontovaných pražců se používají běžné nákladní vozy, na kterých jsou uloženy půlvýměny, srdcovky a kolejnice.

Nakládání a skládání se provádí pomocí jednoho nebo dvou autojeřábů nebo železničními jeřáby pomocí břemenového trámce. V případě použití dvou jeřábů, je možné použít dva břemenové trámce. Zavěšení smontovaných částí výhybek se provádí za kolejnice upevněné k pražcům, avšak odchylka závěsných lan nesmí být od svislého směru větší než $\pm 20^\circ$ v podélném směru, rovnoběžném s osou výhybkové části. To je z důvodu zabránění shrnování pražců při velmi silném tahu. A maximálně 35° ve směru příčném, kolmém na osu výhybkové části. K vykládání se může použít i jiné techniky, ale jen v případě, že budou splněné podmínky pro uchopení břemene. [3] [4]



Obrázek 16: Doprava výhybek DT v kontejneru bez pražců v Brazílii, dle pořizené fotodokumentace obchodního a projektového manažera DT



Obrázek 17: Překládání výměnové části výhybky DT v Brazílii, dle pořízené fotodokumentace obchodního a projektového manažera DT

8. Technologie pokládky výhybek

Výhybky a výhybkové konstrukce jsou konstrukce citlivé na manipulaci a přepravu, a proto je nutné této problematice věnovat větší pozornost. Metody pokládky v zásadě korespondují s technologickým pokrokem. Zpočátku a částečně i v dnešní době se výhybky montují ručně z materiálu přivezeném na staveniště. To ale může vést k drobným nepřesnostem v konstrukci. V lepším případě se kompletují na montážním lešení nebo ve výrobním závodě a přivezené na staveniště.

Dříve se užívali kolejové jeřáby, avšak od 90. let se prosazuje používání speciálních strojů.

8.1 Pokládka

Pokládku z velké části ovlivňují ekonomické parametry, velikost a dostupnost staveniště.

Při pokládání výhybek může dojít k jejich poškození uložením na nevhodně srovnanou pláň, na což jsou zejména výhybky s PHS náchylné.

Stavbu dále ovlivňuje stav stavebních strojů, rozsah neboli velikost stavby, hmotnost strojů pojíždějících výhybku, jiné rozměry kol oproti rozchodu, způsob jízdy po výhybkách, větší frekvence jízdy v odbočném směru, prašnost. Nevhodné je také po dosypání kamenivem výhybku neočistit, při jízdě stavebních strojů může dojít k poškození ocelových částí.

Před svařením výhybkových částí je potřeba důkladně přeměřit všechny parametry, GPK, doléhání jazyků, správné uložení srdcovky, při samotném svařování je třeba dávat pozor na teplotě při skládání, předpínání a svařování. Častý problém je u štíhlých výhybek, které jsou závislé na přesnosti.

Manipulace na stavbě velice závisí na zkušenostech dělníků a mechanizaci, která je k dispozici.

8.2 Montáž

Technologický požadavek zhotovitelů modernizací a rekonstrukcí výhybkových spojení je montáž výhybkových konstrukcí přímo u výrobce. V ideálním případě jsou výhybky ve smontovaném stavu dopraveny na stavbu, kde jsou pokládány přímo z přepravního prostředku. Tímto odpadá demontáž u výrobce a montáž výhybky na stavbě,

díky tomu se snižují požadavky na plochu, náklady, doba výstavby a ekologická zátěž. Snižuje se tak i napětí, která jsou nežádoucí manipulací vnášena do konstrukce výhybky. Ty zůstávají v kolejnicích jako nekvantifikovatelná a působí potíže při zřizování bezстыkové koleje. To je důvod, proč se řeší doprava smontovaných dílců od výrobce na stavbu. Vzhledem k maximálním délkám výhybkových pražců 4 m nastává problém při vodorovném ložení výhybkových dílů na plošinové vozy a je překročení ložné míry. To lze vyřešit použitím dělených pražců, šikmým ložením dílů na sklápěcí vozy a nebo kombinací těchto postupů.



Obrázek 18: Naklápěcí vůz ZPV01 [10]

Příprava a montáž výhybek ve výrobním závodě umožňuje využití kvalifikované pracovní síly, zvýšení produktivity a kvality práce.

Odpadají doplňující činnosti, jako je třeba zřizování a rušení ambulantních montážních základů a v kratší výluce je možné provést rekonstrukci výhybky. Postradatelnost základů má výhodu v tom, že i ve stísněných podmínkách lze provést obnovu výhybek bez zvyšování nákladů, v hustě obydlených oblastech je menší zátěž hlukem, odpadají přípravné demontáže a zpětné montáže na stavbě (např. přestavníky). [2]

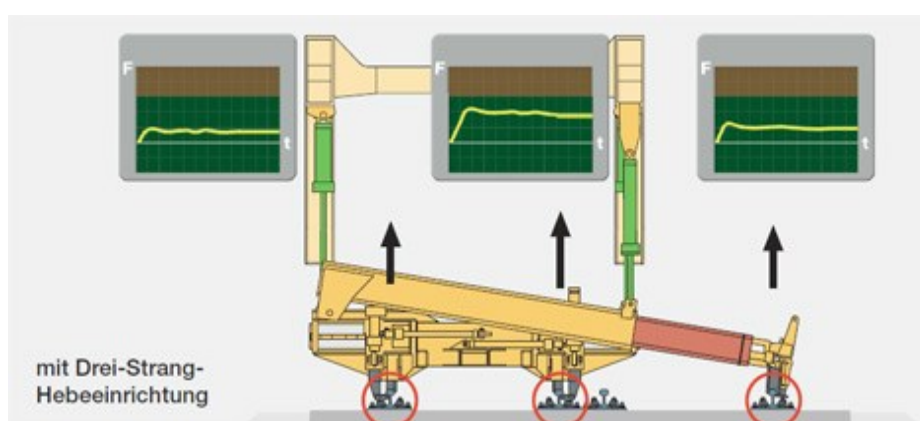
8.3 Podbíjení

Při podbíjení může dojít k poškození prahů nebo části výhybek podbíječkami, také je třeba odmontovat táhla závěrů před podbíjením. Přejížděním strojní techniky po výhybce, nevhodná manipulace s částmi jako je například tahání lany, nakladači může vést k poškození nebo zkřivení částí. Potřebné je i řádné značení pro umístění částí.

Pro podbíjení se využívají výhybkové strojní podbíječky s dvěma podbíjecími agregáty, které mohou podbíjet obě větve výhybky současně.



Obrázek 19: Podbíječka Unimat 08, Plasser & Theurer



Obrázek 20: Podbíječka s třemi podbíjecími agregáty, Plasser & Theurer

8.4 Stroje pro pokládku výhybek

První parní jeřáb, o nosnosti 30 t, použitelný i pro pokládku výhybek, byl zaveden do provozu v roce 1921 a mu podobné byly zavedeny od 30. let. Tyto jeřáby byly určeny jako nehodové a při pokládce se více neuplatnily. V 60. letech se začaly používat výkonné dieselelektrické jeřáby z NDR typu EDK 300 o nosnosti 50 t, které začaly parní jeřáby nahrazovat. Tyto stroje měly prostý výložník, který se ale nedal použít ve výškově omezeném prostoru.

Postupná elektrifikace tratí vyžadovala použitelnou techniku i pod trakčním vedením. K tomu sloužily jeřáby EDK 300W o nosnosti 30 t, které měly výložník vodorovný i při práci. Zlom nastal v 70. letech, kdy se začaly používat jeřáby typu EDK 750 s nosností 125 t a charakteristickým teleskopickým výložníkem umožňujícím práci pod trakčním vedením. Převážná většina těchto jeřábů byla dodaná ČSD jako nehodové.



Obrázek 21: EDK 750 při pokládce poloviční křižovatkové výhybky [11]

Hlavní mechanizací v polovině 80. let byly jeřáby EDK 300/5 s nosností 50 t s teleskopickým výložníkem, vyhovovaly pro pokládku výhybek na dřevěných, případně ocelových pražcích. Avšak začátek používání betonových pražců vedl k ústupu těchto strojů, protože jejich parametry vyhovovaly pro pokládku velmi omezeně. Až v roce 2010 nastal přelom v používání kolejových jeřábů nasazením jeřábu GS 150.13 TR.

Speciální stroje pro pokládku se u nás začaly používat až od 90. let a umožňovaly pokládku i pokládku výhybek na betonových pražcích. Do této skupiny patří TLP 550 typ T 28, DESEC TL 50, DESEC TL a UWG. Všechny tyto stroje umožňují také pokládku kolejových polí.



Obrázek 22: DESEC TL 50 TSS v přepravní poloze [11]

TLP 550 typ T 28 – Valditera, je tvořen traverzou délky 36 m, která je nesená dvojicí portálů na pásových podvozcích. Pomocné podvozky umožňují přepravu po koleji i se zavěšeným břemenem. Na traverzu je možné přichytit díly výhybky o maximální délce 45 m a váze 40 t. Tímto strojem se pokládaly výhybky 1:26,5.

DESEC TL 50 ZSP a DESEC TL 50 TSS, jsou v zásadě shodné, ale v některých konstrukčních detailech se liší. Maximální zavěšený díl výhybky je o délce 32 m, u pokladače ZSP je maximální hmotnost 36 t, resp. 32 t u stroje TSS. Novější pokladač DESEC TL 70 SKANSKA má maximální délku zavěšeného břemena 36 m a hmotnost 36 t.



Obrázek 23: DESEC TL 70 SKANSKA [11]

UWG sestava umožňuje pokládku celých přemontovaných výhybek až do úhlu odbočení 1:14. Avšak dnes se tato technologie nepoužívá.

K ostatním strojům lze zařadit NMP, VYPO 8000 a MUV 69 s HR Palfinger, ale které nijak výrazně do pokládky výhybek nezasáhly. Některé typy výhybek jsou pokládány dvojicí dvojcestných rypadel nebo autojeřáby. [10]

9. Technologie montáže výhybek

Technologie montáže je klíčová činnost, při které je důležité klást důraz na dodržování předepsaných postupů a požadavků. Důležité je začít s kvalitně připraveným podložím, které musí být odvodněné, zhutněné, popřípadě stabilizované do požadované únosnosti, to se zjišťuje například statickou zatěžovací zkouškou. Pražcové podloží musí být vyrovnané a rovné, při nedodržení kvality podloží mohou vznikat deformace na výhybce.

Co se týče technologie je třeba respektovat sadu technologických předpisů, které upravují požadavky na montáž výhybek.

Technologický předpis TP č. 69 předepisuje pracovníkům závodu, provádějící přepravu a nakládání hotových výrobků a částí připravených k expedici, do jaké výšky na sebe ukládat výhybkové části, manipulaci a nakládání s částmi výhybek.

Technologický předpis TP č. 138 slouží k trvalému zajišťování souhrnu podmínek pro dodávky svářečských prací, pro dokladování svářečských prací a prokazování odborné způsobilosti společnosti DT ke svařování kolejnic se odvozuje souhrnně s požadavky SŽDC.

9.1 Předmontáž

Předmontáž probíhá ve výrobním závodě. Kde se celá výhybka smontuje a zkouší se, zda všechno funguje tak, jak má. Ve výrobním závodě jsou ale ideální podmínky pro montáž, které na stavbě nejsou, jako například rovnost podloží. Při předmontáži v závodě se také kontrolují a přeměřují výrobní tolerance výhybek a výhybkových konstrukcí.

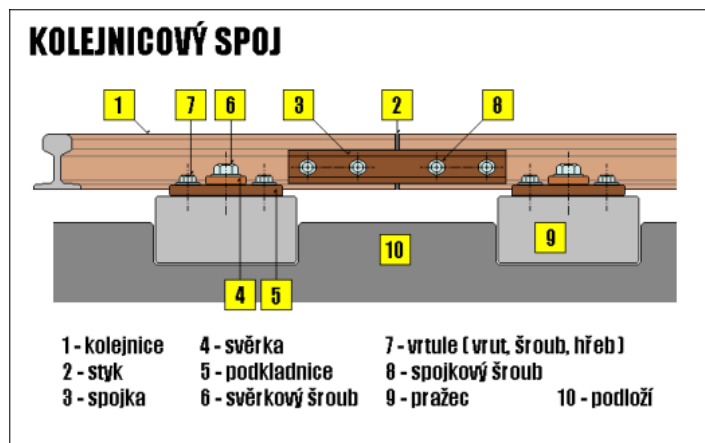
Do předmontáže se také počítají geodetická zaměření, příprava podloží, pokládka fólií a předmontáž přivezených výhybek na meziskládce.

9.2 Spojkování

Spojky, nebo-li příložky, jsou nosníky vložené mezi horní část paty a spodní část hlavy kolejnice tak, aby se o obě části opíraly. Zamezují ztrátě tuhosti ve spoji. Spočky jsou vytvářeny tak, že z vnitřní a vnější strany přilehly ke kolejnici. Tvar spojky se odvozuje podle typu kolejnice. Spojují se spojkovými šrouby, počet šroubů musí být v minimálním počtu 2 ks na každou kolejnici, to je 4 ks na kolejnicový styk. Dělí se na přepislý styk, kdy

je spoj kolejnic mezi pražci a na podložený styk, kdy je styk podložen mostovou podkladnicí.

Spojením dvou kolejnic spojkami vzniká styková kolej, která se následně použitím svaření změní na bezstykovou.



Obrázek 24: Schéma spoje [13]

9.3 Svařování

Svařováním se docílí tzv. bezstykové koleje, kde vynecháním montovaných styků s dilatačními mezerami vznikne hladká jízdní dráha. Ta je výhodná, protože jízdou po koleji nevznikají rázy na stycích, to zvyšuje komfort jízdy a snižuje dynamické namáhání kolejnic.

Dostatečným upevněním kolejnic se zabráňuje pohybům v podélném směru, což ale přináší vysoká v zimě tahová nebo tlaková namáhání pásů. Svařování, respektive upevňování kolejnic před svařováním, je potřeba provádět při teplotě kolejnic odpovídající teplotě okolí, aby se zamezilo namáhání při výkyvech teplot. Předpis udává upínací teplotu kolejnic 17-23 °C pro hlavní koleje. Další možností je kolejnice předeprnout silou odpovídající namáhání vzniklému v kolejnicovém pásu, který byl při předepsané teplotě svařován. Tlaková napětí při vyšších teplotách ohrožují stabilitu koleje, v případě nedostatečného podbití hrozí vybočení koleje v příčném směru v létě. V zimě může dojít k lomu kolejnic. U výhybek se zřizuje dilatační zařízení nebo se bezstyková kolej protahuje i přes výhybky.

Svařování elektrickým obloukem

Pro svařování se používá nízkonapěťový elektrický vysokotlaký výboj, který je vedený v prostředí ionizovaného plynu. Stabilita oblouku vyžaduje dostatečné napětí pro ionizaci prostředí a proud, který udrží plazma oblouku v ionizovaném stavu.

Tavné svařování zásadním způsobem mění oblast svařovaného materiálu v nejbližším okolí svaru, tepelně ovlivněné oblasti. Následkem je i změna mechanických vlastností, v případě feritických ocelí může dojít k zakalení svaru, což zvyšuje tvrdost a pevnost, ale snižuje houževnatost a tažnost.

Tato metoda je na ústupu.

Svařování aluminotermické

V současné době nejrozšířenější způsob svařování kolejnic. Základem je aluminotermická směs, která po zapálení v kotlíku vytváří taveninu. Po samočinném odpichu se směs odlije do připravené keramické formy. Po ztuhnutí se přebytečná směs ořízne a hotový svar se obrousí do profilu kolejnice.

Tento způsob svařování není nejvhodnější zejména pro štihlejší výhybky, kvůli obtížnosti dodržení předpínací teploty. To vnáší do oceli nedovolené napětí a to vede k deformacím oceli a výhybek.

Svařování odporové s odtavením

Používá se pro spojení dvou materiálů položených k sobě, spojované materiály jsou k sobě přimáčknuty dvěma elektrodami, kterými prochází proud. Při procházení proudem vzniká velký odpor, dochází k lokálnímu ohřátí styčných ploch a při působení tlaku dojde ke svaření. Svary mají velkou pevnost proti usmyknutí ve směru svařovaných ploch ve srovnání s namáháním kolmo ke svaru. Přítlačná síla má velikost 500 až 10 000 N, svařovací proud 1 až 100 kA při délce působení 0,04 až 2 s.

Nelze použít všude, protože při odporovém svařování dochází k přiblížení kolejnic. [13]

10. Měření geometrických parametrů výhybek na stavbě

Geometrické uspořádání jazyka má velký vliv na jízdu vozidla ve výhybce. Vzájemná poloha pojížděné hrany ohnutého jazyka a přímé opornice je důležitá. GPK se posuzují podle nejvyšší povolené rychlosti jízdy vozidla bez naklápěcích skříní v daném úseku koleje pro nejvyšší nedostatek převýšení.

Typy hodnot veličin GPK

Standardní hodnota – vymezuje interval doporučených hodnot, zaručují komfort jízdy a optimální údržbu koleje

Mezní hodnota – nemá být překročena, překročení lze kvůli omezení nebo vyloučení místního snížení projektované rychlosti, při překročení dochází ke snižování komfortu jízdy nebo ke zvýšení nákladů na údržbu trati. Překročení musí být odsouhlaseno vlastníkem trati.

Maximální nebo minimální hodnota – nesmí být překročena.

Rychlostní pásma RP, máme jich šest. Na sítích SŽDC v pravidelném provozu prozatím končíme rychlostním pásmem RP3, které je pro rychlosti 120 až 160 km/h. Pro Výzkumný ústav železniční a jeho velký zkušební okruh je dané rychlostní pásmo RP4.

RP0	0	$< V \leq$	60 km/h
RP1	60	$< V \leq$	80 km/h
RP2	80	$< V \leq$	120 km/h
RP3	120	$< V \leq$	160 km/h
RP4	160	$< V \leq$	220 km/h
RP5	220	$< V \leq$	300 km/h

Obrázek 25: Tabulka rychlostních pásem [10]

Při přejímce prací v koleji a za provozu se konstrukční a geometrické uspořádání koleje kontroluje měřicími prostředky s kontinuálním záznamem následující veličiny. [1]

Směr koleje SK

Je charakterizován měřením vzepětí excentrické tětiny délky 10 m, tvořené třemi měřicími vozíky, tzv. trojbodový systém, s umístěním středního vozíku 4,2 m od vozíku předního. Vzepětí se měří snímači délky, které snímají odchylky vzdáleností rámu měřící drezíny od levého kolejnicového pásu ve směru staničení. Směr pravého kolejnicového pásu ve směru stoupající hodnoty staničení. Směr pravého kolejnicového pásu se získá přepočtem přes rozchod koleje.

Podélná výška koleje VK

Pro sejmutí podélné výšky obou kolejnicových pásů se používá tětíva s asymetrickým měřením vzepětí. Měřicí základna o délce 4 200 mm je vytvořena samostatně pro pravý a levý pás koly předního a středního měřicího vozíku a koly přední nápravy vozidla, která měří požadované vzepětí, ve vzdálenosti 1 764 mm. Na pákovém systému spojujícím kola je umístěn lineární indukční snímač, jehož výstup zpracovává palubní počítač. Přenosová funkce je kompenzována matematickou metodou a je pro přenášené pásmo vlnových délek rovná jedné. [14]

Rozchod koleje RK

Normální rozchod je 1 435 mm. Pro stanovení geometrických parametrů koleje se tratě podle ČSN 73 6360 rozdělují do čtyř rychlostních pásem určených traťovou rychlostí V v km/h.

Rozchod je vzájemná poloha kolejnic, určená mezi pojížděnými hranami kolejnicových pásů a měřená na kolmici k ose koleje. Dovolená odchylka v nejnižším rychlostním pásmu může být až +35 mm. Z praxe plyne, že i rozchod + 45 mm by neměl být problémový, ale záleží na dalších okolnostech. Avšak při jízdě Pendolinem řady 680 na přímém úseku rychlostí 160 km/h se povoluje hodnota rozchodu maximálně +20 mm. Na koridorech s novými betonovými pražci a upevněním to nebývá problém. Ale staré dřevěné pražce trpí výrazným ojžděním kolejnic.

Převýšení koleje PK

Výškový rozdíl kolejnicových pásů daný úhlem, který svírá spojnice temen protilehlých pásů a vodorovná rovina, daná délkou odvěsny pravoúhlého trojúhelníku, při přeponě 1 500 mm. Povolená odchylka je přísná, u poslední míry odchylky IAL lze provozovat kolej s převýšením ± 16 mm od projektovaného převýšení. První odchylka AL (mez sledování) je ± 8 mm u tratí s rychlostí 120 až 160 km/h. Tato hodnota je přísná na nerekonstruovaných a zatížených tratích. V oblasti výhybek se tento parametr zpřísňuje.

Zborcení koleje ZK

Z pohledu bezpečnosti železničního provozu je tento parametr nejdůležitější. Většinou je hlavním ukazatelem, který je překročen při vykolejení vlaků z důvodu špatného stavu GPK.

Tato veličina popisuje vzájemnou výškovou polohu kolejnicových pásů. Určuje jak rychle se mění převýšení koleje na zvolené měřičské základně. Určuje jak, rychle mění pravá a levá kolejnice výšku mezi sebou, čím nebezpečnější to je. Maximální odchylka zborcení koleje měřením ruční rozchodkou do rychlosti 120 km/h na délku koleje 2 m je 12 mm.

Před uváděním železničních vozů do provozu se provádí zkouška a bývá určena hodnota kritického zborcení koleje. To je hodnota, kdy je vůz náchylný na vykolejení. Nejnáchylnější na vykolejení jsou prázdné cisternové vozy nebo prázdné autovozy, protože jsou konstrukcí tuhé a v prázdném stavu při jízdě méně kopírují křivost koleje.

Hodnoty provozních a mezních odchylek veličin GPK jsou vedeny v tabulce v příloze 2.

Posuzování bezpečnosti stavu GPK

Prvotním záznamem je výstup z měřicího vozu a z měřicí drezíny. Měřicí vůz jezdí na hlavních, vytižených tratích, měřicí drezína na méně zatížených tratích. To souvisí i s maximální rychlostí těchto prostředků, kdy maximální rychlost vozu je 160 km/h a maximální rychlost drezíny je 80 km/h. Počet jízd je během roku závislý na maximální traťové rychlosti úseku. Čím vyšší je maximální rychlost v úseku, tím vyšší je počet měřících jízd během roku. Na tranzitních koridorech ČR jsou realizovány 3 jízdy ročně.

Hlavní přínos měřením vozem nebo drezínou je ten, že se měří parametry GPK v zatíženém stavu koleje. Další měřidla parametrů GPK měří v nezatíženém stavu, což může vést k odlišnosti naměřených výsledků.

Ostatní koleje ve stanicích se měří pojízdným měřícím zařízením KRAB nebo pojízdnou rozchodkou. Ruční měření je prováděno ruční rozchodkou s vodováhou, ta umí změřit rozchod koleje, převýšení koleje. Při naměření převýšení koleje na více místech (po 1 nebo 2 m) jde jednoduše spočítat zborcení koleje. Toto ruční měřidlo je schopné naměřit řadu dalších parametrů ve výhybkách. Do těchto pravidelných úkonů je dána četnost předpisově a to probíhá jako pravidelné čtvrtletní revize výhybek. Každá výhybka musí být kontrolována komisí 4x do roka s písemným výstupem a závěrem o nalezených závadách. Samozřejmě se realizují ještě pravidelné obchůzky pracovníků traťových okrsků. [12]



Obrázek 26: Pojízdné měřící zařízení KRAB [12]

Diagnostika výhybkových konstrukcí

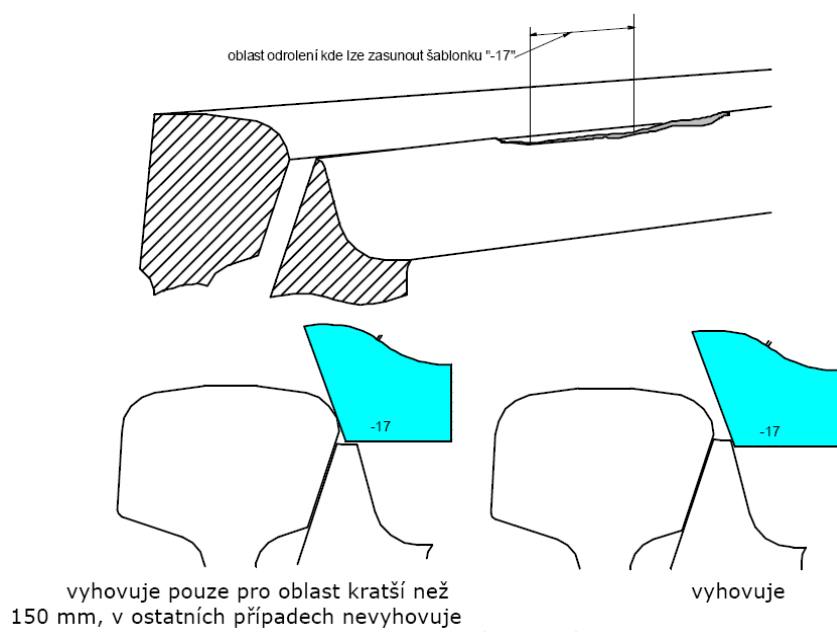
Je součástí diagnostiky železniční trati, ale vzhledem na odlišné prostorové uspořádání a diagnostikované parametry využívá v některých případech odlišné metody a způsob jejich realizace, než pro diagnostiku kolejového roštu koleje. Vzhledem k tomu, že výhybkové konstrukce se zdokonalují a vyvíjejí podle nových potřeb uživatele, je na místě požadavek dokonalé diagnostiky geometrických parametrů a parametrů konstrukčních prvků výhybek, ale zajistí, aby byly minimální náklady na údržbu při současném zachování co nejdelší životnosti konstrukce výhybky a zodpovídající bezpečnosti provozu. [5]

Diagnostika provozního stavu – šablona PŠR-3

Určená zejména pro kontrolu výměnové části výhybek, ale lze použít na libovolné místo v koleji. Základem zařízení je princip napodobující postavení dvojkolí kolejového vozidla v koleji. Šablona PŠR – 3 slouží brusičům k posouzení stavu a určení rozsahu broušení.

Základnou konstrukce je tyč s vodícími drážkami, na jejímž konci jsou nepohyblivě upevněny šablony takzvaného středního jízdního obrysu kola vozidel. Jsou vyrobeny z antikorozního materiálu se zvýšenou odolností proti otěru.

Posouzení odrolení na jazyku



Obrázek 27: Příklad posouzení odrolení na jazyku [12]

11. Analýza vad a příčin

Jak bylo uvedeno v předchozích kapitolách za závažné vady, které ohrožují bezpečnost v rozsahu meze sledování AL až po mez bezodkladného zásahu IAL, lze považovat jak vady konstrukčního uspořádání koleje, tak vady geometrického uspořádání koleje. Po provedené analýze získaných údajů, které byly sděleny ze strany výrobce vazby mezi poruchami a příčinami poruch. Výsledek je zpracován v tabulce 1 a v grafu 1.

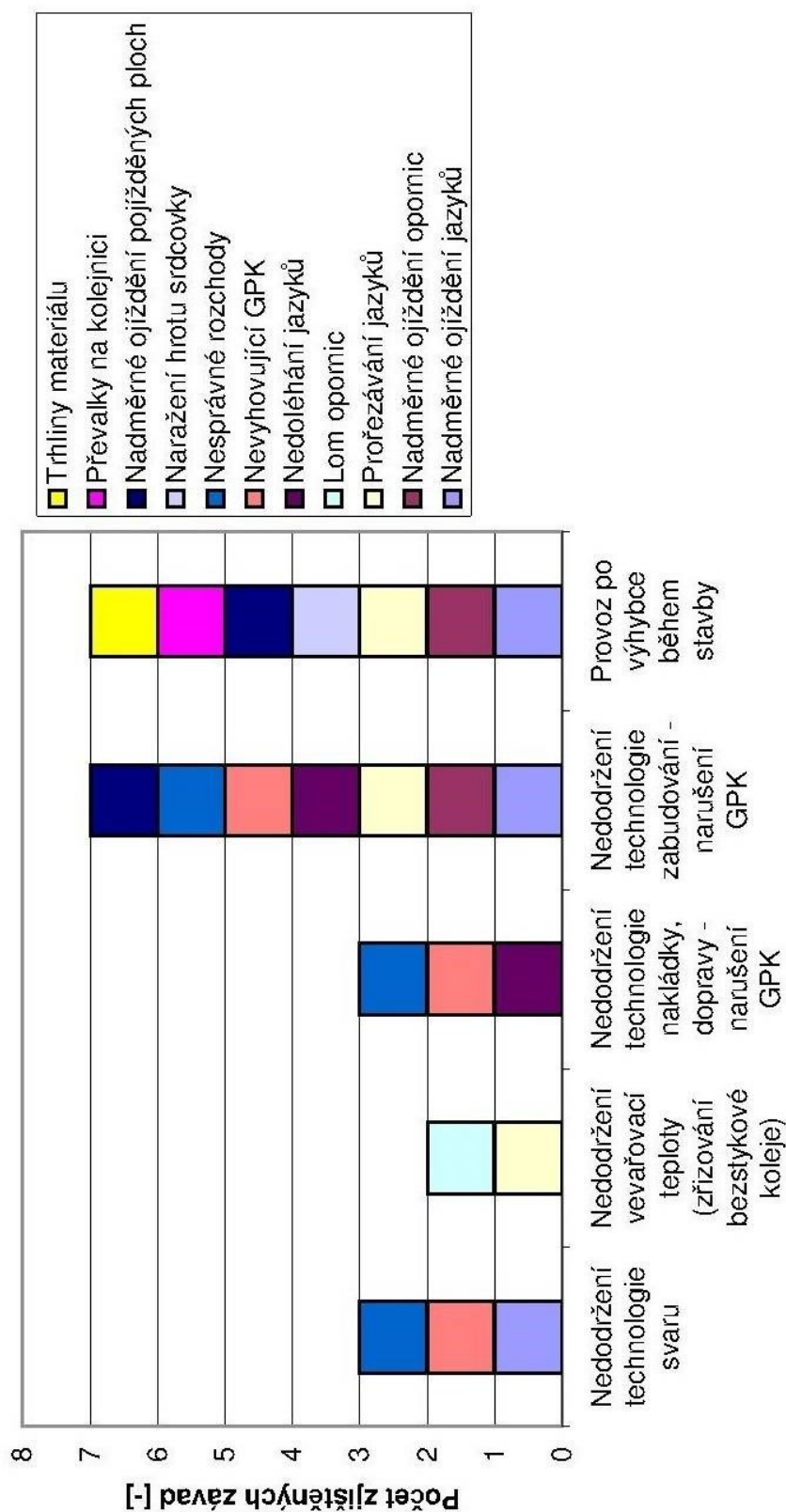
Hladiny odchylek, které určují závažnost, míru a případné závady, se určují:

- mez sledování AL (Alert Limit);
- mez zásahu (opravy) IL (Intervention Limit);
- mez bezodkladného zásahu (opravy) IAL (Immediate Action Limit).

	Nedodržení technologie svaru	Nedodržení vevařovací teploty (zřizování bezстыkové koleje)	Nedodržení technologie nakládky, dopravy - narušení GPK	Nedodržení technologie zabudování - narušení GPK	Provoz po výhybce během stavby
Nadměrné ojíždění jazyků	1	0	0	1	1
Nadměrné ojíždění opornic	0	0	0	1	1
Prořezávání jazyků	0	1	0	1	1
Lom opornic	0	1	0	0	0
Nedoléhání jazyků	0	0	1	1	0
Nevyhovující GPK	1	0	1	1	0
Nesprávné rozchody	1	0	1	1	0
Naražení hrotu srdcovky	0	0	0	0	1
Nadměrné ojíždění pojížděných ploch	0	0	0	1	1
Převalky na kolejnici	0	0	0	0	1
Trhliny materiálu	0	0	0	0	1

Tabulka 1: Tabulka zjištěných závad výhybkových konstrukcí a jejich příčin, kde 1 znamená vliv a 0 bez vlivu na poruchu

Graf zjištěných závad a jejich příčin



Graf 1: Graf zjištěných závad výhybkových konstrukcí a jejich příčin

12. Environmentální vliv

Při pokládce kolejí je třeba brát v úvahu i vliv na životní prostředí. Vhodné je volit ekologicky nezávadné materiály, například chemicky impregnované dřevěné pražce síranem zinečnatým, síranem měďnatým, toxickým kresolem a fenolem by se nemělo ukládat v chráněných krajinných oblastech.

Velký vliv na životní prostředí má i postřik proti náletovým travinám. Ty prorůstají tělesem železničního svršku a mohou způsobovat zbahnění tělesa, které postupně přestává plnit svou funkci.



Obrázek 28: Prorůstání travin tělesem svršku

Mazací prostředky kluzných stoliček musí být nezávadné a biologicky rozložitelné. GRAFLAK A 23 neodpovídá plně požadavkům na biologickou rozložitelnost, ale zároveň neobsahuje látky klasifikované jako nebezpečné. Po dlouhodobé pozitivní zkušenosti je schválená možnost používání tohoto mazadla. Dále je schválený mazací prostředek TRAMLUB 384 G (dříve pojmenovaný PLANTOGEL 2204 FS). Dřívější OD 8 Vulkan je zakázaný, kluzné stoličky se museli očistit před použitím nových nezávadných mazadel.[6]

13. Příklad pokládky – Poříčany

V roce 2007 byla v ŽST Poříčany vložena výhybka se srdcovkou s PHS tvaru J60-1:26,5-2500 umožňující rychlost jízdy 130 km/h v odbočném směru.



Obrázek 29: ŽST Poříčany,

Ve výrobním závodě při přejímce byla tyto výhybka v pořádku a vyhovovala na výrobní tolerance.

Na fotkách níže je názorně vidět, jak by to nemělo vypadat z hlediska vyrovnaní při přepravě samohybným pásovým kladečem T 28 fy Valditera.



Obrázek 30: Průhyb PHS dle fotodokumentace DT z pokládky



Obrázek 31: Průhyb výměny dle fotodokumentace DT z pokládky

Také je vidět jak bylo špatně připravené štěrkové lože. Výhybky se musí pokládat na rovnou štěrkovou plochu, takto křivé podloží pak vyžaduje velké namáhání výhybky při stranovém a výškovém upravování strojní podbíječkou. To může vnášet do konstrukce napětí, které se při zprovoznování výhybky může projevit nedoléháním jazyků do opornic nebo nedoléháním hrotu PHS ke křídlové kolejnici. Dále pak také nedoléháním jazyků na kluzné stoličky. Tyto závady se musí následně opravovat ještě před TBZ.



Obrázek 32: Průhyb výměny s nerovností povrchu dle fotodokumentace DT z pokládky

Podle výsledků průzkumných prací bylo zjištěno, že pražcové podloží v oblasti hlav pražců v oblasti srdcovky v odbočné větvi nemělo splněny standardy jako dostatečná tloušťka kolejového lože, materiálové vlastnosti konstrukční vrstvy ze štěrkopísku a požadovaný modul přetvárnosti pláne tělesa železničního spodku. Také byly georadarem v zemním tělese zjištěny nehomogenity, jako jsou například základy původních stožárů před rozšířením zhlaví nádraží. Snížená kvalita pražcového podloží se ukázala při hodnotách zatlačení pražců v kolejovém loži až 1,5 mm, avšak výšková poloha kolejnicových pásů splňuje požadavky na prostorovou polohu koleje, konstrukční a geometrické uspořádání koleje.

Díky výše uvedeným výsledkům se dá říct, že tyto faktory vedou vlivem nepravidelného sedání kolejového roštu k rychlejšímu zhoršování kvality geometrických parametrů koleje s vlivem na funkci srdcovky s pohyblivým hrotem. [7]

14. Technicko-bezpečnostní zkouška

Slouží k ověření, zda stavba nebo její část dosáhly projektovaných parametrů, funkce stavby, bezpečnosti provozování dráhy a drážní dopravy a její výsledek je podmínkou k povolení provozu. Provádí se při předávce do provozu, seřizují se táhla a závěsy.

Měří se:

- technická způsobilost technických zařízení;
- provedení a vyhodnocení zkoušek únosnosti pláň tělesa železničního spodku;
- zaměření prostorové průchodnosti.

Rozsah:

Ověřuje se prostorová průchodnost a měří se geometrická poloha koleje. Ta se měří měřicí vozem, zkušební jízdou hracího drážního vozidla v obou směrech nebo zkušební jízdou pro měření bezpečně relevantních veličin z hlediska vztahu vozidla a dopravní cesty, vozidlem nebo jednotkou v obou směrech rychlostí odpovídající traťové rychlosti zvýšené o 10%. Zároveň se při jízdě kontroluje součinnost jízdy vozidla a zabezpečovacího zařízení. [8]

15. Opatření ke zlepšení pokládky výhybek

Na základě analýzy závad je sestaven seznam deseti opatření, které by ovlivňovali pokládku výhybek a snížili by četnost poruch výhybek od dopravy z výrobního závodu po pokládku a montáž na stavbě.

1) Vyřešení nesouladu TPD a S3 s dokumenty pro nakládku železničních vagonů – Nakládací směrnice ve věci převozu pražců. Je nutné brát v potaz, že výhybka není kolejové pole a nesmí se s ní jako s kolejovým polem manipulovat.

2) Věnovat pozornost skladování pražců a reologii betonu. Tyto vlastnosti značně ovlivňují chování betonových konstrukcí a mohou ovlivňovat výhybku při podbíjení.

3) Měření únosnosti zemní pláně, zajistit vhodnou skladbu štěrkového lože a měření zhutnění štěrkového lože. Protože jen tak se docílí kvalitního uložení výhybky a zamezí se narušení geometrických parametrů koleje.

4) Je nutné zajistit rovinnost a stejnoměrnost štěrkového lože, protože to zabrání poklesům pražců během provozu a tím i poškození mechanismu výhybky a snižování její životnosti.

5) Technologie stavby má vliv na technologii pokládky, protože představuje enormní zatížení nových výhybek při jízdách v protisměrných obloucích a v odbočných větvích. Které jsou navrženy na přenesení 25% jízdy výhybkou, zbylých 75% je při průjezdu v přímém směru.

6) Svařování kolejových styků a vkládání bezstykové koleje má vlivy na čelistový závěr a jeho kolize se žlabovými pražci. Proto je nutné striktně dodržovat upínací teploty, aby se do konstrukce nevnášelo nedovolené napětí a to nenarušovalo geometrické parametry koleje.

7) Výhybku vždy ve výrobě smontovat, kompletně vyzkoušet a přeměřit rozchody koleje, poté až poslat na stavbu.

8) Pořízení naklápečího vozu, to je speciální železniční vozidlo, které je uzpůsobeno převážet náklad širší než je průjezdný průřez, například citlivou srdcovkovou část výhybky.

V České republice je k dispozici pouze jediný vůz ZPV01 vyrobený v MTH Renova Košice ve spolupráci s Rail Projekt Poprad, nyní ve vlastnictví TSS Grade. Zařízení bez vlastního pohonu pojezdu, s rámem uloženým na dvou dvounápravových podvozcích. Na

rámu je sklopná plošina, na kterou se připevňují jednotlivé díly výhybky. Zvedání plošiny zajišťují čtyři hydraulické válce, do přepravní polohy je po zvednutí zajištěna mechanicky. Délka ložné plochy je 27,5 m, nosnost je 32 t při vodorovném a 28 t při šikmém uložení nákladu. Stabilitu při přepravě zajišťují dvě posuvná závaží o hmotnosti 11 t. Při jízdě v horizontální poloze jsou závaží v podélné ose, při šikmém uložení se přesunují do požadované polohy. Tento přesun je synchronizovaný, ovládaný hydromotory a mechanickými převody. Zdrojem tlakového oleje do hydrauliky je agregát, který je umístěný v jednom z čel na spodní části zařízení. Délka vozu je 29,13 m, hmotnost 42,4 t, maximální přepravní rychlost je 80 km/h v loženém a 100 km/h v prázdném stavu. Pořizovací cena vozu je 298 600,- eur. Denní pronájem vozu z TSS Grade, a.s je 195,- eur, ale je třeba počítat s obsluhou a technickým doprovodem. Obsluha činí dva zaměstnance, jako technický doprovod stačí jeden, což činí na osobu 16,- eur/hod. [11]



Obrázek 33: Naklápací vůz ZPV01, [10]

Výrobce je rakouská firma Plasser & Theurer, která vyrábí naklápací vůz označený jako WTW-40.



Obrázek 34: Naklápečí vůz WTW-40, Plasser & Theurer

Dalším výrobcem je i maďarská firma BARABÁS Engineering Ltd., která se zabývá výrobou speciálních a konvenčních železničních vozů.



Obrázek 35: Naklápečí vůz Barabás, Barabás

9) V současné době stavební firmy disponují personálem, který vychází z historických zkušeností montáže výhybek. Tyto zkušenosti a znalosti již mnohdy neodpovídají konstrukci nově vyráběných výhybek. Bylo by vhodné vedoucí pracovníky montážních čt proškolit u výrobce.

10) Vytvoření manuálu od výrobce vedoucího ke zlepšení manipulace na stavbě s konstrukcí, který by obsahoval seznam typů vad při pokládce a vedl k jejich eliminaci.

16. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo posoudit vliv technologického postupu pokládky výhybek na geometrické parametry výhybky během užívání, na životnost výhybek a bezpečnost jízdy.

V této práci jsem se zabývala řešeršní tematikou oblasti železničního svršku a popisem technologií ovlivňující výhybky. V kapitole 3 a 4 jsou popsány části výhybky a druhy výhybek, v kapitole 5 jsou vypsány výrobní tolerance nových výhybek. V kapitole 6 a 7 je popis skladování a dopravy výhybek z výrobního závodu na stavbu. Kapitola 8 a 9 se věnuje popisu technologie pokládky a montáže výhybek na stavbě. Kapitola 10 přibližuje geometrické parametry koleje a jejich diagnostiku. Kapitola 11 je analýza zjištěných závad převedená do tabulky a sloupcového grafu. V kapitole 12 jsou okrajově vypsány vlivy výhybek na životní prostředí. Kapitola 13 je praktický příklad pokládky, kdy nebyl dodržen technologický postup. Kapitola 14 přibližuje technicko bezpečnostní zkoušku. A na závěr jsou v kapitole 15 sepsány opatření k pokládce výhybek.

Výsledkem analýzy je tabulka závad, kde jsou popsány faktory vedoucí v řetězec chyb, které způsobují závady konstrukcí výhybek, které mají vliv na provozování, na jejich životnost a na bezpečnost jízdy. Na základě těchto zjištění jsem sestavila seznam deseti základních opatření, která by snížila četnost poruch výhybek.

Nejdůležitějším faktorem pro pokládku výhybek je příprava železničního spodku a zemní pláně. Jak bylo ukázáno v kapitole 13, kdy se výhybka pokládala v Poříčanech na nevhodně připravené štěrkové lože, což vedlo k velkým deformacím, jako byl průhyb srdcovky a výměny. Proto se musí přípravě pražcového podloží věnovat značná pozornost. Je vhodné dohlížet na kvalitu podloží, se kterou souvisí úprava nekvalitní zeminy a zvyšování únosnosti, ale i také kontrolovat zhutnění štěrkového lože. Protože jen tak se docílí kvalitního lože pro výhybku.

Tato problematika je natolik rozsáhlá, že je nad rámec této bakalářské práce. Každý z uvedených problémů by zasluhoval podrobnější rozpracování, a proto by bylo vhodné na ni navázat v diplomové práci nebo z ní čerpat pro další bakalářské práce.

Poděkování

Chtěla bych poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Leopoldovi Hudečkovi, Ph.D. za odborné vedení, za pomoc a rady při zpracování této práce. Mé poděkování patří též firmě DT – Výhybkárna a strojírna, a.s., konkrétně panu Ing. Josefovi Zbořilovi, Ph.D. za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích.

Seznam použité literatury

- [1] ČSN 73 6360-2 Konstrukční a geometrické uspořádání koleje železničních drah a její prostorová poloha: Část 2: Stavba a přejímka, provoz a údržba. Praha: ÚNMZ, 2009.
- [2] Plášek, O. Železniční stavby I: Modul 3: Výhybky a výhybkové konstrukce. Brno: VUT, 2007
- [3] ČD S3 Železniční svršek: Příloha 8 k předpisu SŽDC (ČD) S3/1, Změna č.2. Prostějov: DT – Výhybkárna a strojírna, a.s., 2002
- [4] TPD 60/02 Technické podmínky dodací, 4. vydání. Prostějov, DT – Výhybkárna a strojírna, a.s., 2010
- [5] Mikšík M., Karabinová M., Špánik J.: Diagnostika koľajových dráh. Žilina, EDIS, 2004
- [6] Kovařík, R. Výnos č 47390/08 – OTH – Doplnění seznamu schválených mazacích prostředků na ošetřování kluzných stoliček železničních drah ČR, Praha: SŽDC, 2009
- [7] Plášek, O. Zpráva o průzkumu v oblasti výhybky č.3 J60 – 1:26,5-2500 PHS v ŽST Poříčany. Brno: VUT, 2008
- [8] Vyhláška Ministerstva dopravy č. 177/1995 Sb., Stavební a technický řád drah, ve znění pozdějších předpisů Část druhá – Hlava třetí § 5 Podmínky technicko bezpečnostní zkoušky. Praha: Ministerstvo dopravy, 2005
- [9] DT - Výhybkárna a strojírna. DT [online]. [cit. 2015-11-13].
Dostupné z: <http://www.dtvn.cz/dtvs/cz/o-nas/historie-spolecnosti/>
- [10] Vlaky [online]. [cit. 2016-02-15].
Dostupné z: <http://www.vlaky.net/zeleznice/spravy/4681-Pokladka-vyhybiek-na-nasich-tratiach/>

- [11] Traťové stroje. Traťové stroje [online]. [cit. 2016-04-05].
Dostupné z: <http://www.tratovestroje.net/cs/category/stroje/stroje-na-pokladku-kolaji-a-vyhybiek/>
- [12] ŽelPage [online]. [cit. 2016-04-24].
Dostupné z: <http://www.zelpage.cz/clanky/jsem-kriva-nebo-nejsem?oddil=1&lang=cs>
- [13] Wikipedie. Wikipedie Otevřená encyklopedie [online]. [cit. 2016-04-20].
Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/>
- [14] Vědeckotechnický sborník ČD. ČD Informační systémy [online]. [cit. 2016-04-19].
Dostupné z: <https://www.cdis.cz/documents/24404/24544/301.pdf/692212a0-4b1b-49e6-b62e-7849b4200e62>

Seznam obrázků

- Obrázek 1: Vysokorychlostní výhybka v DT
- Obrázek 2: Schéma vztahů zúčastněných stran
- Obrázek 3: Popis částí jednoduché výhybky
- Obrázek 4: Jazyky a opornice ve výměně
- Obrázek 5: Schéma jednoduché výhybky
- Obrázek 6: Oboustranná nesymetrická výhybka
- Obrázek 7: Symetrická výhybka
- Obrázek 8: Jednostranná dvojitá výhybka
- Obrázek 9: Poloviční křižovatková výhybka
- Obrázek 10: Celá křižovatková výhybka s vnitřními jazyky
- Obrázek 11: Jednoduchá kolejová spojka
- Obrázek 12: Správné skladování výhybek DT v Brazílii, dle pořízené fotodokumentace
obchodního a projektového manažera DT
- Obrázek 13: Špatné skladování výhybek DT v Brazílii, dle pořízené fotodokumentace
obchodního a projektového manažera DT
- Obrázek 14: Schéma uložení výměny na střední části výhybky
- Obrázek 15: Dřevěný proklad pražců a areálu DT
- Obrázek 16: Doprava výhybek DT v kontejneru bez pražců v Brazílii, dle pořízené
fotodokumentace obchodního a projektového manažera DT
- Obrázek 17: Překládání výměnové části výhybky DT v Brazílii, dle pořízené
fotodokumentace obchodního a projektového manažera DT
- Obrázek 18: Naklápěcí vůz ZPV01
- Obrázek 19: Podbíječka Unimat 08
- Obrázek 20: Podbíječka s třemi podbíjecími agregáty
- Obrázek 21: EDK 750 při pokládce poloviční křižovatkové výhybky
- Obrázek 22: DESEC TL 50 TSS v přepravní poloze
- Obrázek 23: DESEC TL 70 SKANSKA
- Obrázek 24: Schéma spoje
- Obrázek 25: Tabulka rychlostních pásem
- Obrázek 26: Pojízdne měřicí zařízení KRAB
- Obrázek 27: Příklad posouzení odrolení na jazyku
- Obrázek 28: Prorůstání travin tělesem svršku

Obrázek 29: ŽST Poříčany

Obrázek 30: Průhyb PHS dle fotodokumentace DT z pokládky\

Obrázek 31: Průhyb výměny dle fotodokumentace DT z pokládky\

Obrázek 32: Průhyb výměny s nerovností povrchu dle fotodokumentace DT z pokládky\

Obrázek 33: Naklápěcí vůz ZPV01

Obrázek 34: Naklápěcí vůz WTW-40

Obrázek 35: Naklápěcí vůz Barabás

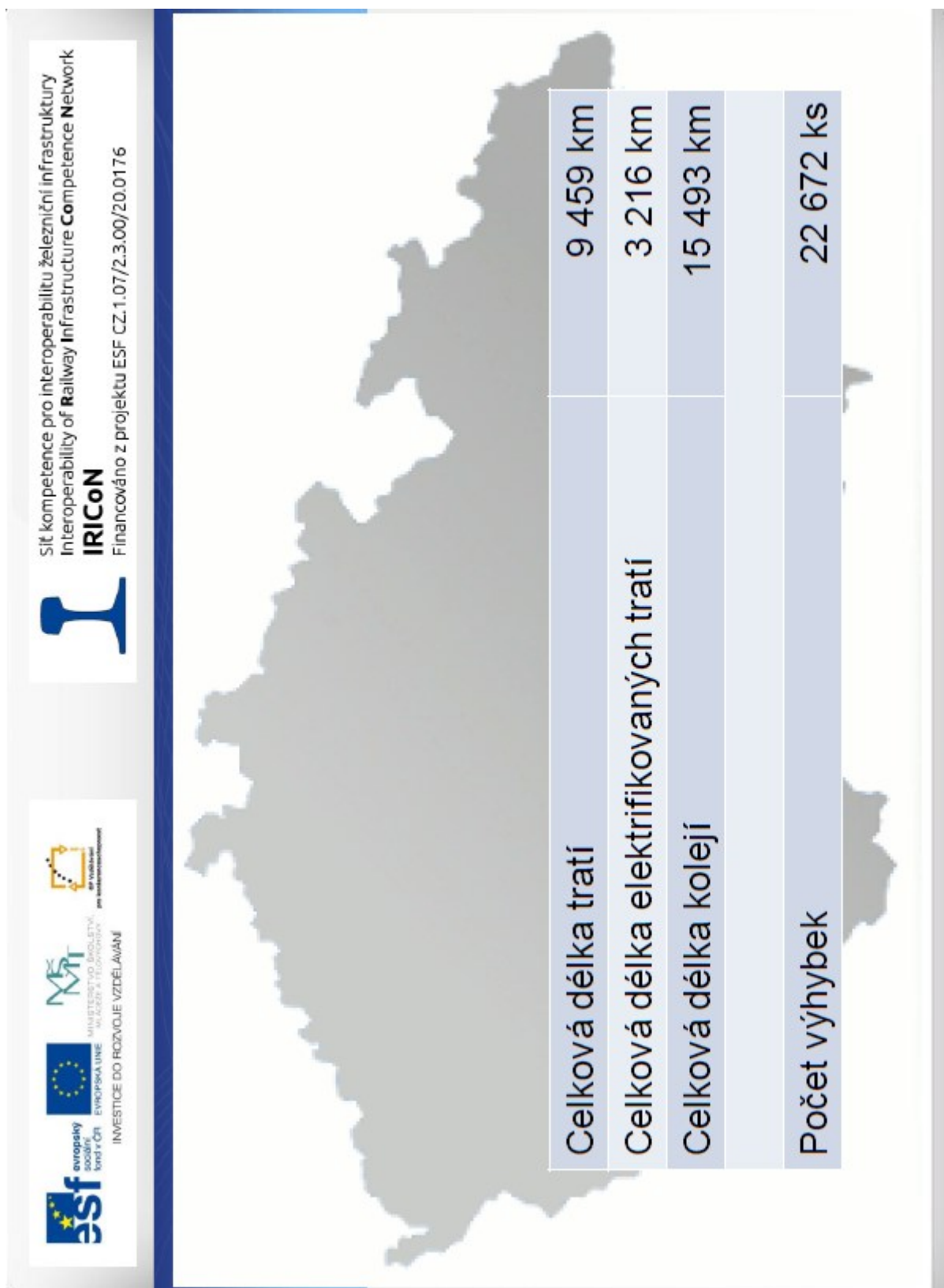
Seznam příloh

Příloha č. 1 – Stav výhybkových konstrukcí v roce 2015 na tratích SŽDC

Příloha č. 2 – Tabulka provozních a mezních odchylek veličin GPK

Příloha č. 1 – Stav výhybkových konstrukcí v roce 2015 na tratích SŽDC

Zdroj: Ing. Jan Fencel, SŽDC





Soustavy železničního svršku

Výhybky a výh. konstrukce celkem (rozchod koleje 1435 mm)	22 672 ks
Soustava žel. svršku UIC60	9,7 %
Soustava žel. svršku R65	9,3 %
Soustava žel. svršku S49	56 %
Soustava žel. svršku T	16,7 %
Soustava žel. svršku A	8,1 %
Ostatní soustavy žel. svršku	0,2 %
Výhybky a výh. konstrukce celkem (rozchod koleje 760 mm)	28 ks

Typ úhlu odbočení

Výhybky a výh. konstrukce celkem (rozchod koleje 1435 mm)	22 672 ks
Stupňové výhybky celkem	23,9 %
Poměrové výhybky celkem	73,7 %
Ostatní konstrukce	2,4 %

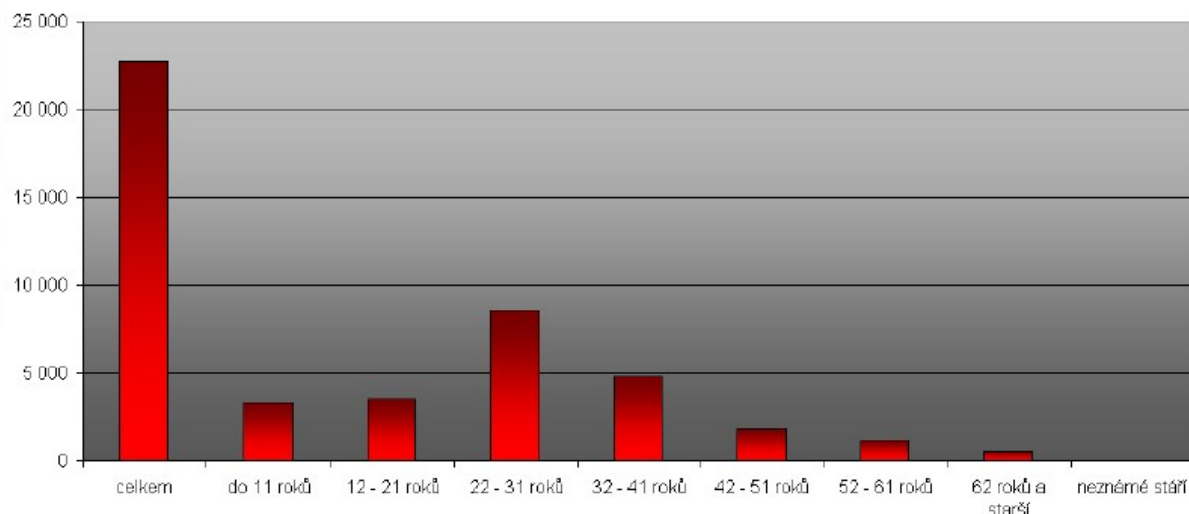


Poměrové výhybky



Tvar výhybky	
1:7,5-190	15,2 %
1:9-190	15,5 %
1:9-300	40,3 %
1:11-300	10,4 %
1:12-500	9,1 %
1:14-760	2,3 %
1:18-1200	0,9 %
1:26,5-2500	1 ks
Ostatní poměrové výhybky	6,4 %

Stáří výhybek



Příloha č. 2 – Tabulka provozních a mezních odchylek veličin GPK

Provozní a mezní provozní odchylky veličin GPK

RP	Příčný směr										Svislý směr																
	RK [mm] celkový			ZR [mm/2m]			RK100 [mm]			SK [mm]						VL, VP [mm]				VK [mm]				PKD [mm]			
	D1		D2	D1		D2	D1		D2	D1		D2	D1		D2	D1		D2	D1		D2						
	.	:	!	.	:	!	.	:	!	.	:	!	.	:	!	.	:	!	.	:	!	.	:	!	.	:	!
RP0	+30 -7	+32 -8	+35 -9	±6	±7	±8	1431	1430	1430	1430	±15	±18	±20	-	-	-	±15	±20	±24	-	-	-	±13	±14	±16		
RP1	+25 -7	+30 -8	+35 -9	±6	±7	±8	1431	1430	1430	1430	±12	±15	±18	-	-	-	±12	±18	±21	-	-	-	±12	±13	±15		
RP2	+20 -7	+28 -8	+35 -9	±5	±6	±7	1431	1430	1430	1430	±8	±11	±14	-	-	-	±8	±13	±16	-	-	-	±10	±11	±13		
RP3	+15 -5	+20 -7	+25 -8	±4	±5	±6	1431	1430	1430	1430	±6	±8	±11	±12	±14	±18	±6	±10	±13	±12	±18	±22	±8	±9	±11		
RP4	+10 -3	+15 -4	+20 -6	±4	±5	±6	1434	1433	1432	1432	±5	±7	±9	±10	±12	±14	±5	±9	±12	±10	±16	±20	±7	±8	±10		
RP5	+10 -3	+12 -4	+15 -5	±3	±4	±5	1434	1434	1434	1434	±4	±6	±8	±8	±10	±12	±4	±8	±11	±8	±14	±18	±6	±7	±9		

“.” – mez sledování (AL - Alert Limit)
 “:” – mez zásahu (opravy) (IL - Intervention Limit)
 “!” – mez bezodkladného zásahu (opravy) (IAL - Immediate Action Limit)